

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-026599

(43)Date of publication of application : 27.01.1998

(51)Int.Cl.

G01N 27/26  
F02D 41/22  
F02D 45/00  
G01N 27/41  
G01N 27/419

(21)Application number : 08-180771

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 10.07.1996

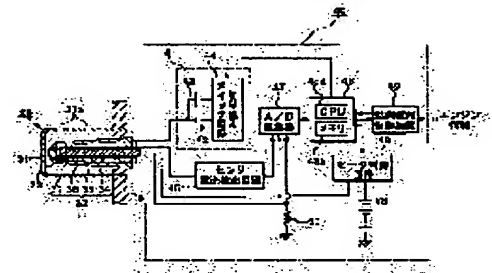
(72)Inventor : YAMASHITA YUKIHIRO  
IIIDA HISASHI

## (54) DETECTING APPARATUS FOR OXYGEN CONCENTRATION

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a detecting apparatus which controls electric power supplied to a heater, which prevents the temperature of an oxygen sensor from being raised and by which the oxygen sensor is maintained at an activation temperature by a method wherein the degradation of the oxygen sensor is judged on the basis of an increase in the internal impedance of a detecting element and a target impedance is changed so as to be increased.

**SOLUTION:** A heater control circuit 46 duty-controls electric power supplied to a heater 33 from a battery power supply VB according to the element temperature or the heater temperature of an oxygen sensor 26, and it heats and controls the heater 33. When the oxygen sensor 26 is not degraded, a CPU 48a feedback-controls the electric power supplied to the heater 33 in such a way that the element impedance of the oxygen sensor 26 becomes a prescribed value. Then, when the oxygen sensor 26 is degraded, a target impedance is changed according to its degradation. At this time, when the electric power supplied to the heater exceeds a heater electric-power judgment value, it is judged that the sensor is abnormal, the electric power supplied to the heater 33 is controlled so as to prevent the temperature of the oxygen sensor 26 from being raised excessivel.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The oxygen sensor which has the heater (33) which heats the sensing element (34) which outputs the current proportional to an oxygen density, and this sensing element (34) (26), A component impedance detection means to detect the impedance of said sensing element (34) (201-203), So that the component impedance detected by said component impedance detection means (201-203) may be made into a target impedance The heater electric supply force-control means which carries out feedback control of the supply voltage to said heater (33) (105), A degradation judging means to judge the degradation condition which the internal impedance of said sensing element (34) increases (401-403), Oxygen density detection equipment characterized by having the target impedance modification means (405-407) to which said target impedance is made to increase when said degradation condition is judged.

~~[Claim 2] The oxygen sensor which has the heater (33) which heats the sensing element (34) which~~ outputs the current proportional to an oxygen density, and this sensing element (34) (26), A component impedance detection means to detect the impedance of said sensing element (34) (201-203), So that the component impedance detected by said component impedance detection means (201-203) may be made into a target impedance The heater electric supply force-control means which carries out feedback control of the supply voltage to said heater (33) (101-103), A heater electric supply force detection means to detect said heater electric supply force (301-305), A heater electric supply force comparison means to compare said detected heater electric supply force with a predetermined decision value (401-403), Oxygen density detection equipment characterized by having the target impedance modification means (405-407) to which said target impedance is made to increase when it judges that said heater electric supply force exceeded said decision value with said heater electric supply force comparison means (401-403).

[Claim 3] Said heater electric supply force comparison means (401-403) It has the 1st comparison means [ the 1st decision value / force / said / heater electric supply ] and the 2nd comparison means [ the 2nd bigger decision value than said 1st decision value / force / said / heater electric supply ]. Said target impedance modification means (405-407) When judged with said heater electric supply force having exceeded said 1st decision value with said 1st comparison means, it is made to increase to the 1st target impedance. Oxygen density detection equipment according to claim 2 characterized by making it increase to the 2nd bigger target impedance than said 1st target impedance if judged with said heater electric supply force having exceeded said 2nd decision value with said 2nd comparison means.

[Claim 4] Oxygen density detection equipment according to claim 2 or 3 characterized by establishing an abnormality judging means in a sensor (504, 506-510) to judge the abnormalities of said oxygen sensor (26) when said heater electric supply force exceeds an abnormality decision value higher than said decision value.

[Claim 5] When the operational status detected by operational status detection means (49) to detect an internal combustion engine's operational status, and said operational status detection means (49) shifts to a steady state, control by said heater electric supply force comparison means (401-403) is performed. Oxygen density detection equipment of any one publication of four from claim 1 characterized by establishing the means (503) which enables modification of the impedance by said target impedance modification means (405-407).

[Claim 6] The oxygen sensor which has the heater (33) which heats the sensing element (34) which outputs the current proportional to an oxygen density, and this sensing element (34) (26), A component impedance detection means to detect the impedance of said sensing element (34) (201-203), So that the component impedance detected by said component impedance detection means (201-203) may be made

into a target impedance The heater electric supply force-control means which carries out feedback control of the supply voltage to said heater (33) (101-103), A heater electric supply force detection means to detect said heater electric supply force (301-305), Oxygen density detection equipment characterized by establishing a target impedance setting means (401-407) to set up said target impedance so that said target impedance may become large, so that said detected heater electric supply force was large.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

**[Field of the Invention]** This invention relates to oxygen density detection equipment equipped with the oxygen sensor.

**[0002]**

**[Description of the Prior Art]** Conventionally, in the Air Fuel Ratio Control system, the limiting current type oxygen sensor (oxygen density detection equipment) which outputs the limiting current proportional to the oxygen density in exhaust gas is used. This oxygen sensor does not output the limiting current proportional to an oxygen density until it is activated at predetermined temperature (activation temperature). Therefore, in order to maintain the active state of an oxygen sensor, the temperature of the sensing element in an oxygen sensor is fed back, and the supply voltage to the heater which heats an oxygen sensor is controlled (chip temperature feedback control).

**[0003]**

**[Problem(s) to be Solved by the Invention]** Feedback of oxygen sensor temperature is performed based on the impedance of the sensing element from which an impedance changes according to temperature. The impedance used as activation temperature is made into the target impedance at this time. However, if an oxygen sensor deteriorates, the internal impedance of a sensing element will increase it. Since the impedance of a sensing element is increasing even if the temperature of an oxygen sensor is activation temperature at this time, the heater electric supply force is made to increase so that it may become a target impedance. The temperature of an oxygen sensor rises in connection with this. The problem that degradation of an oxygen sensor is promoted by this temperature rise arises.

**[0004]** In view of the point describing above, this invention prevents the temperature rise of the oxygen sensor accompanying the increment in the internal impedance of the sensing element by degradation of an oxygen sensor, and aims at aiming at maintenance of the activation temperature of an oxygen sensor.

**[0005]**

**[Means for Solving the Problem]** In invention given in claims 1-6 in order to attain the above-mentioned purpose So that the component impedance of the sensing element (34) from which an impedance changes according to temperature may be made into a target impedance In the oxygen density detection equipment which has the heater electric supply force-control means (105) which carries out feedback control of the supply voltage to a heater (33) It is characterized by having a degradation judging means (401-403) to perform a degradation judging based on the increment in the internal impedance of a sensing element (34), and a target impedance modification means (405-407) to change so that said target impedance may be made to increase based on a degradation judging.

**[0006]** By changing a target impedance into a new target impedance by this, when an oxygen sensor (26) changes into a degradation condition, the supply voltage to a heater (33) can be controlled, the temperature rise of an oxygen sensor (26) can be prevented, and an oxygen sensor (26) can be maintained to activation temperature. It is characterized by having established a heater electric supply force comparison means (401-403) to measure a decision value and a supply voltage predetermined [ according to degradation of a sensing element (34) ], and establishing a target impedance modification means (405-407) to change a target impedance when a supply voltage is larger than a decision value, in invention given in claims 2-4.

**[0007]** Thus, when larger than a decision value, the temperature rise of an oxygen sensor (26) can be prevented like claim 1 by changing a target impedance. Furthermore, since an oxygen sensor malfunction detection means (504, 506-510) is formed in oxygen density detection equipment in invention according

to claim 4 and the abnormality judging of an oxygen sensor (26) is carried out, it turns out that the power of an amount with which the oxygen sensor (26) has reached the capacity-limitation is supplied to the heater (33) for example, and maintenance of the function of an oxygen sensor (26) can be aimed at. Moreover, waste of power can be prevented, when degradation progresses and the predetermined range is crossed.

[0008] An operational status detection means to detect a \*\*\*\* engine's operational status in invention according to claim 5 (49), Feedback control is performed when the operational status detected by the operational status detection means (49) shifts to a steady state. For the increment in the heater electric supply force characterized by establishing the means (49) which enables modification of the impedance by the target impedance modification means (405-407), those with two kind, The increment in the heater electric supply force according to the increment in a component impedance according [ one ] to degradation of an oxygen sensor (26) and another are the increments in the heater electric supply force by the fall of exhaust gas temperature. When the latter is explained, also depending on exhaust gas temperature, activation of an oxygen sensor (26) is activated with low power, when exhaust gas temperature is high, and high power is needed when conversely low. For this reason, the increment in a component impedance becomes clear by judging whether it is that to which the increment in the heater electric supply force originates in any.

[0009] Thus, by detecting a \*\*\*\* engine's operational status, it can decide in what the increment in the heater electric supply force depends on the increment in a component impedance, or the thing depending on exhaust gas temperature, and modification of a target impedance can be ensured. Invention according to claim 6 is characterized by establishing the target impedance setting means (401-407) changed so that a target impedance may become large, so that the supply voltage to a heater (33) is large.

[0010] Thus, the temperature rise of an oxygen sensor (26) can be prevented like claim 1 by setting up the target impedance according to the heater electric supply force.

[0011]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt which shows this invention in drawing is explained. Drawing 1 is the block diagram showing the outline of an internal combustion engine's air-fuel ratio control system in 1 operation gestalt of this invention. In drawing 1, the inlet pipe 2 and the exhaust pipe 3 are connected to the 4-cylinder jump-spark-ignition type gasoline internal combustion engine (henceforth an engine) 1. An air cleaner 4 is formed in the maximum upstream section of an inlet pipe 2, and the surge tank 5 is formed while being an inlet pipe 2. The throttle valve 17 interlocked with treading-in actuation of the accelerator pedal which is not illustrated is arranged in the upstream of a surge tank 5. The ISC valve (idle revolving-speed-control valve) 19 is formed in the bypass path 18 which bypasses a throttle valve 17.

[0012] Moreover, the injector 6 is arranged by the inlet pipe (suction port) 2 for every gas column in an engine 1. The fuel in a fuel tank 7 is sucked up by the fuel pump 8, and is supplied to a pressure regulator 10 through a fuel filter 9. A pressure regulator 10 makes a fuel tank 7 carry out the return of the surplus fuel while supplying the fuel whose pressure was regulated to the constant pressure to an injector 6. An injector 6 opens by the electric power supply from a dc-battery 15, and injects a fuel. And it is mixed with inhalation air, and the injection fuel by the injector 6 serves as gaseous mixture, and is supplied to the combustion chamber 12 of each gas column through an inlet valve 11.

[0013] An intake temperature sensor 20 is formed near the air cleaner 4, and an intake-air temperature is detected by this sensor 20. Moreover, the pressure sensor 22 of inhalation of air is formed in a surge tank 5, and the pressure of inhalation of air (inhalation-of-air negative pressure) is detected by this sensor 22. The coolant temperature sensor 23 for detecting the temperature of an engine cooling water is formed in the cylinder block of an engine 1.

[0014] The ignition plug 13 is arranged in the combustion chamber 12 of each gas column. In an ignitor 14, the high voltage is generated from the electrical potential difference of a dc-battery 15, and the high voltage is distributed to each point fire plug 13 by the distributor 16. In the distributor 16, the gas column distinction sensor 24 and the crank angle sensor 25 are arranged. The crank angle sensor 25 generates a crank angle signal for every (every [ for example, ] 30-degreeCA) crank angle predetermined [ accompanying rotation of the crankshaft of an engine 1 ]. Moreover, the gas column distinction sensor 24 generates a gas column distinction signal in the specific location (for example, cylinder [ 1st ] compression TDC) of the specific gas column accompanying rotation of the crankshaft of an engine 1.

[0015] Moreover, the limiting current-type oxygen sensor 26 is formed in the exhaust pipe 3 of an engine 1, and this oxygen sensor 26 outputs a linear detecting signal in proportion to the oxygen density in exhaust gas. In addition, the catalytic converter which is not illustrated is arranged in oxygen sensor 26

lower stream of a river, and exhaust gas is purified by this converter. The detecting signal of each above-mentioned sensor is inputted into an electronic control (henceforth ECU) 40. While ECU40 operates considering a dc-battery 15 as a power source and starting an engine 1 with the ON signal of an ignition switch 28, feedback control of the air-fuel ratio is carried out during engine operation near the target air-fuel ratio (for example, theoretical air fuel ratio) by carrying out increase and decrease of the air-fuel ratio correction factor of amendment based on the output signal of an oxygen sensor 26. Moreover, ECU40 performs abnormality judging processing in a sensor mentioned later, diagnoses the existence of the abnormalities of an oxygen sensor 26, turns on an alarm lamp 29 at the time of abnormalities, and warns an operator of the purport of an abnormal occurrence.

[0016] Drawing 2 is the outline cross section of an oxygen sensor 26, and drawing showing the electric configuration of ECU40 connected to the oxygen sensor 26. In drawing 2, the oxygen sensor 26 protrudes towards the interior of an exhaust pipe 3, and this sensor 26 is divided roughly into covering 31, the body 32 of a sensor, and a heater 33. As for covering 31, stoma 31a of a large number which open the inside and outside of covering for free passage to nothing and its peripheral wall is formed in the shape of a cross-section KO character. The body 32 of a sensor generates the limiting current corresponding to the oxygen density in an air-fuel ratio Lean field, or the carbon monoxide (CO) concentration in an air-fuel ratio rich field.

[0017] The configuration of the body 32 of a sensor is explained in full detail. In the body 32 of a sensor, to the outside surface of the solid electrolyte layer 34 formed in the shape of a cross-section cup, the exhaust gas lateral electrode layer 36 fixed, and the atmospheric-air lateral electrode layer 37 has fixed to the internal surface. Moreover, the diffused-resistor layer 35 is formed in the outside of the exhaust gas lateral electrode layer 36 by the plasma metal spray method etc. The solid electrolyte layer 34 is equivalent to an oxygen density sensing element.

[0018] ~~The heater 33 is held in the atmospheric-air lateral electrode layer 37, and heats the body 32 (the atmospheric-air lateral electrode layer 37, solid state electrode \*\*\*\* 34, the exhaust gas lateral electrode layer 36, and diffused-resistor layer 35) of a sensor with the exoergic energy. The heater 33 has sufficient exoergic capacity to activate the body 32 of a sensor. In the oxygen sensor 26 of the above-mentioned configuration, the body 32 of a sensor generates shade electromotive force at a theoretical-air-fuel-ratio point, and generates the limiting current according to the oxygen density of the Lean field from a theoretical-air-fuel-ratio point.~~

[0019] Moreover, although the body 32 of a sensor can detect an oxygen density in a linear property, since the activity temperature requirement of this body 32 of a sensor is narrow, it cannot control an active region by heating only by the exhaust gas of an engine 1, while elevated temperature about 650 degrees C or more is needed for activating this body 32 of a sensor. Therefore, in this example, temperature control of the body 32 of a sensor is carried out by heating control of the heater 33 mentioned later. In addition, rather than theoretical air fuel ratio, in the field by the side of rich, the concentration of the carbon monoxide (CO) which is a unburnt gas changes to a linear mostly to an air-fuel ratio, and the body 32 of a sensor generates the limiting current according to CO concentration.

[0020] The voltage-current property of the body 32 of a sensor is explained using drawing 3. As shown in drawing 3, the current-voltage characteristic shows that the relation between the inrush current to the solid electrolyte layer 34 of the body 32 of a sensor proportional to the detection oxygen density (air-fuel ratio) of an oxygen sensor 26 and the applied voltage to this solid electrolyte layer 34 is linear. And when the body 32 of a sensor is in an active state by temperature  $T=T_1$ , the condition that it was stabilized that it is also with a characteristic ray L1 as the continuous line of drawing 3 showed is shown. In this case, a straight-line part parallel to the electrical-potential-difference shaft V of a characteristic ray L1 specifies the limiting current of the body 32 of a sensor. The change in this limiting current supports the change in an air-fuel ratio (namely, Lean Rich), the limiting current increases, so that an air-fuel ratio is on the Lean side, and the limiting current decreases, so that an air-fuel ratio is on a rich side.

[0021] Moreover, in this voltage-current property, the electrical-potential-difference region smaller than a straight-line part parallel to the electrical-potential-difference shaft V is a resistance control region, and the inclination of the characteristic ray L1 in that resistance control region is specified according to the internal impedance (this is hereafter called component impedance) of the solid electrolyte layer 34 in the body 32 of a sensor. Since this component impedance changes in connection with a temperature change, if the temperature of the body 32 of a sensor falls, the above-mentioned inclination will become small according to increase of a component impedance.

[0022] That is, when the temperature T of the body 32 of a sensor is in  $T_2$  [ lower than  $T_1$  ], the current-voltage characteristic is specified as it is also with a characteristic ray L2, as the broken line of drawing 3

shows. In this case, a straight-line part parallel to the electrical-potential-difference shaft V of a characteristic ray L2 specifies the limiting current of the body 32 of a sensor in  $T=T_2$ , and this limiting current's corresponds with the limiting current by the characteristic ray L1 mostly.

[0023] And it sets to a characteristic ray L1, and is the applied voltage  $V_{pos}$  forward to the solid electrolyte layer 34 of the body 32 of a sensor. The current which will flow on the body 32 of a sensor if it impresses is the limiting current  $I_{pos}$ . It becomes (refer to point Pa of drawing 3). Moreover, applied voltage  $V_{neg}$  negative to the solid electrolyte layer 34 of the body 32 of a sensor Negative temperature current  $I_{neg}$  to which the current which flows on the body 32 of a sensor is not dependent on an oxygen density, and is proportional only to temperature if it impresses It becomes (refer to point Pb of drawing 3).

[0024] Moreover, in drawing 2, the bias control circuit 41 is connected to the exhaust gas lateral electrode layer 36 of the body 32 of a sensor, and the atmospheric-air lateral electrode layer 37 of the body 32 of a sensor is connected to it through the sensor current detector 45 in this bias control circuit 41. The bias control circuit 41 is constituted by DC power supply 42 for positive bias, DC power supply 43 for negative bias, and the transfer-switch circuit 44. Both the negative side electrode of DC power supply 42 for positive bias and the forward lateral electrode of DC power supply 43 for negative bias are connected to the exhaust gas lateral electrode layer 36.

[0025] The transfer-switch circuit 44 connects only the negative side electrode of DC power supply 43 for negative bias to the sensor current detector 45 in the state of the 2nd switch while connecting only the forward lateral electrode of DC power supply 42 for positive bias to the sensor current detector 45 in the state of the 1st switch. That is, when the transfer-switch circuit 44 is in the 1st switch condition, DC power supply 42 for positive bias carry out positive bias of the solid electrolyte layer 34 of the body 32 of a sensor, and the current of the forward direction flows in this solid electrolyte layer 34.

[0026] On the other hand, when the transfer-switch circuit 44 is in the 2nd switch condition, DC power supply 43 for negative bias carry out negative bias of the solid electrolyte layer 34, and the current of the negative direction flows in this solid electrolyte layer 34. In this case, the terminal voltage of each DC power supplies 42 and 43 is the above-mentioned applied voltage  $V_{pos}$  and  $V_{neg}$ . It corresponds, respectively. The sensor current detector 45 detects the current which flows to the current which switches from the atmospheric-air lateral electrode layer 37 of the body 32 of a sensor, and flows to a switching circuit 44, or its hard flow, i.e., the current which flows the solid electrolyte layer 34. Moreover, the heater control circuit 46 carries out duty control of the power supplied to a heater 33 from the dc-battery power source VB according to the chip temperature and heater temperature of an oxygen sensor 26, and performs heating control of a heater 33. The current (henceforth the heater current  $I_h$ ) which flows at a heater 33 is detected by the current detection resistance 50.

[0027] A/D converter 47 changes the applied voltage (henceforth heater voltage  $V_h$ ) of the detection current ( $I_{pos}$  of drawing 3, and  $I_{neg}$ ) by the sensor current detector 45, the heater current  $I_h$ , and a heater 33 into a digital signal, and outputs it to a microcomputer 48. A microcomputer 48 is constituted by memory 48b which consists of CPU48a which performs various data processing, a ROM, and RAM, and controls the bias control circuit 41, the heater control circuit 46, and the fuel-injection control unit 49 according to a predetermined computer program.

[0028] The fuel-injection control device 49 inputs said various sensor signals as engine information, and detects an intake-air temperature  $T_{am}$ , the inhalation-of-air negative pressure  $P_m$ , the cooling water temperature  $T_{hw}$ , engine-speed NE, the vehicle speed  $V_s$ , etc. And the fuel injection by the injector 6 is controlled based on such engine information. Subsequently, actuation of this example is explained along with the various control programs performed by CPU48a in a microcomputer 48. In addition, a heater electric supply force-control means, the heater electric supply force detection means, the component impedance detection means, the abnormality judging means in a sensor, and the degradation judging means (heater electric supply force comparison means) are constituted from this example by CPU48a in a microcomputer 48.

[0029] Drawing 4 is the timing diagram of the heater control in this example, and after energization starting to the heater 33 accompanying engine starting, it shows actuation until an oxygen sensor 26 fully carries out activity in this drawing. By this example, heater control is divided into control of \*\* of drawing 4 - \*\* from the difference between the purpose and the control approach, and each is explained in order. In addition, control of \*\* - \*\* shows the heater control before the activity of an oxygen sensor 26, and control of \*\* shows the heater control after the activity of an oxygen sensor 26.

[0030] In control of \*\* immediately after engine starting, the heater voltage of duty is first impressed to a heater 33 100% (this is hereafter called all flow control). That is, maximum electric power is supplied to a



heater 33 that a heater 33 should be heated for a short time at the time between [ of a heater 33 and a sensing element (body 32 of a sensor) ] the colds. \*\* The supply voltage to a heater 33 is controlled by control of \*\* to hold heater \*\* to predetermined target heater \*\* (for example, 1200 degrees C which is heater upper limit temperature) (this is hereafter called power control). That is, if a chip temperature is in activation temperature (700 degrees C), since heater \*\* is uniquely decided from a supply voltage, it should just continue supplying predetermined power for holding a heater 33 to fixed temperature. However, when a chip temperature is low, a supply voltage required in order to hold heater \*\* uniformly is changed according to a chip temperature. Such a supply voltage big generally is needed that a chip temperature is low. So, a supply voltage is controlled by the above-mentioned power control according to a component impedance (it has the relation indicated to be a chip temperature and a component impedance to drawing 5 ).

[0031] However, a component impedance exceeds the maximum (for example, 600ohms) which it can be very large and can be detected at the beginning [ of power control ] of initiation. Therefore, in the detection improper region of a component impedance, the supply voltage to a heater 33 is held at fixed power (for example, 60W) (control of \*\*). And if a chip temperature rises and a component impedance is set to 600ohms or less, the power according to a component impedance will be henceforth supplied to a heater 33 (control of \*\*).

[0032] Moreover, in control of \*\*, that the active state of a component should be maintained, feedback control (chip temperature feedback control) of the supply voltage to a heater 33 is carried out so that it may become a target impedance (\*\*\*\*\*). In addition, a supply voltage is controlled by always [ forward ] by which the oxygen sensor 26 has not deteriorated so that a target impedance is set to 30 ohms (an equivalent for 700 degree C of \*\*\*\*\*).

[0033] Next, a heater control routine is explained according to drawing 6 . In drawing 6 , CPU48a distinguishes whether the execution condition of chip temperature feedback control was satisfied at step 101. This execution condition will be satisfied if the component impedance of an oxygen sensor 26 is below a target impedance (30ohms). Moreover, CPU48a distinguishes whether the power control execution condition was satisfied at step 102.

[0034] As this power control execution condition, two kinds of conditions are set up according to whether an oxygen sensor 26 (the body 32 of a sensor and heater 33) is in the condition between the colds, if an oxygen sensor 26 is in the condition between the colds, after starting all flow control (control of \*\* of drawing 4 ), when predetermined time has passed, conditions are satisfied, and it is materialized, when it was not in the condition between the colds and a heater impedance becomes more than a target heater impedance. Thus, the fault rise of heater \*\* is prevented at the time of engine restart by performing all flow control according to the condition between the colds of an oxygen sensor 26.

[0035] Therefore, if negative distinction of the step 101,102 both is carried out in the time of initiation of heater control, CPU48a will progress to step 103 and will perform all flow control of a heater 33 (control of \*\*). That is, the heater voltage of duty is impressed to a heater 33 100%. Moreover, if the power control execution condition of step 102 is satisfied, CPU48a will progress to step 104 and will perform power control (control of \*\* and \*\*). In this case, if a component impedance is in a detection improper region (component impedance > 600ohms) as mentioned above, a supply voltage will be controlled by the fixed value (control of \*\*) and a component impedance will become detectable, according to a component impedance, the supply voltage to a heater 33 will be controlled to hold heater \*\* to target heater \*\* (control of \*\*).

[0036] Then, if the chip temperature feedback control execution condition of step 101 is satisfied, CPU48a will perform chip temperature feedback control at step 105 (control of \*\*). At this time, CPU48a calculates the control duty DUTY of heater voltage based on the following formula 1 - a formula 3.

[0037]

[Equation 1]  $DUTY = DUTY.I + GP + GI$  [0038]

[Equation 2]  $GP = KP \cdot (Zdc - ZdcT)$

[0039]

[Equation 3]  $GI = GI + KI \cdot (Zdc - ZdcT)$

However, "DUTY.I" is [ a component impedance and "ZdcT of the initial value of the control duty DUTY and "Zdc" ] target impedances. In addition, in this example, it may be  $ZdcT = 30ohm$  before oxygen sensor 26 degradation  $DUTY.I = 20\%$ . Moreover, in a proportional and "GI", an integral term and "KP" express a proportionality constant, and, as for "GP", "KI" expresses an integration constant (this example  $KP = 4.2\%$ ,  $KI = 0.2\%$ ). In addition, these numeric values are calculated experimentally and changed according to the specification of an oxygen sensor 26.



[0040] The component impedance detection routine performed to drawing 7 during chip temperature feedback control activation (step 105) in drawing 6 is shown. Hereafter, it explains according to drawing 7. CPU48a reads the current  $I_m$  which impressed the predetermined electrical potential difference  $V_m$  in the component impedance detection region of drawing 8 at step 201 (for example, -1 V), and was detected at continuing step 202 in the sensor current detector 45 of drawing 2 (refer to drawing 8). Moreover, CPU48a computes the component impedance  $Z_{dc}$  from the above-mentioned applied voltage and the detection current  $I_m$  at step 203 ( $Z_{dc}=V_m/I_m$ ).

[0041] Drawing 9 shows the processed-data operation routine performed by CPU48a every 128ms. In drawing 7 R> 7, CPU48a reads the heater current  $I_h$  detected by the current detection resistance 50 of drawing 2 at step 301, and reads heater voltage  $V_h$  at continuing step 302. Moreover, it computes the heater electric supply force  $W_h$  by CPU48a doing the division of the heater voltage  $V_h$  according to the heater current  $I_h$  at step 303, and it computing the heater impedance  $R_h$  ( $R_h=V_h/I_h$ ) and carrying out the multiplication of heater voltage  $V_h$  and the heater current  $I_h$  at continuing step 304 ( $W_h=V_h \cdot I_h$ ). Furthermore, CPU48a is annealed 1/64 at step 305, and the heater electric supply force  $W_h$  anneals it by the operation, and it computes a value (henceforth the power average  $W_{HAV}$ ) using a formula 4.

[0042]

[Equation 4]

$W_{HAV} = (63 \text{ and } W_{HAVi-1} + W_h) / 64$  -- drawing 10 shows modification of a target impedance again.

This Fig. is explained. First, when degradation has not arisen in an oxygen sensor 26, the target impedance is set as 30 ohms. And if degradation arises in an oxygen sensor 26, a component impedance will increase in connection with it, and the heater electric supply force will go up in connection with this.

[0043] By the way, the heater electric supply force needed in order to control to a certain target impedance is restored to predetermined power. Therefore, when this supply voltage exceeds this predetermined power, it judges with degradation of an oxygen sensor 26, and it changes into the target impedance according to degradation. Before an oxygen sensor 26 deteriorates like drawing 10,  $KZ_{dcT0}$  (= 30ohms) is set up as a target impedance. And if it deteriorates, if heater electric supply force is one or more  $KW_{HAV}(s)$  and less than two  $KW_{HAV}$ , it will be changed into  $KZ_{dcT1}$ , if target impedances are two or more  $KW_{HAV}(s)$  and less than three  $KW_{HAV}$ , they will be changed into  $KZ_{dcT2}$ , and if they are three or more  $KW_{HAV}(s)$ , they will be changed into  $KZ_{dcT3}$ .

[0044] In addition, as shown in drawing, it is  $KW_{HAV1} < KW_{HAV2} < KW_{HAV3} < KW_{HAV}$  and is  $KZ_{dcT0} < KZ_{dcT1} < KZ_{dcT2} < KZ_{dcT3}$ . The heater electric supply force judges with an oxygen sensor 26 being unusual in the heater electric supply force going up to the abnormality judging field (a supply voltage more than  $KW_{HAV}$ ) which goes up further and is shown in drawing. That is, since the air-fuel ratio detection range will become narrow if a target impedance is raised, when it becomes the capacity limitation of an oxygen sensor 26, it judges with an oxygen sensor 26 being unusual.

[0045] The target impedance modification routine performed by drawing 11 based on drawing 10 is shown. Hereafter, the modification procedure of a target impedance is explained according to drawing 11. In addition, this Fig. is a flow chart corresponding to step 505 of drawing 12 mentioned later. First, CPU48a distinguishes whether the power averages  $W_{HAV}$  are three or more  $KW_{HAV}(s)$  at step 401 ( $W_{HAV} \geq KW_{HAV3}$ ). At this time, if it is  $W_{HAV} < KW_{HAV3}$ , it will progress to step 402. Furthermore, it distinguishes whether the power averages  $W_{HAV}$  are two or more  $KW_{HAV}(s)$  at step 402 ( $W_{HAV} \geq KW_{HAV2}$ ). At this time, if it is  $W_{HAV} < KW_{HAV2}$ , it will progress to step 403. It distinguishes whether the power averages  $W_{HAV}$  are one or more  $KW_{HAV}(s)$  at step 403 ( $W_{HAV} \geq KW_{HAV1}$ ). At this time, if it is  $W_{HAV} < KW_{HAV1}$ , it will progress to step 404, and  $Z_{dcT}$  is set to " $KZ_{dcT0}$ ", and processing is ended.

[0046] Moreover, if it is  $W_{HAV} \geq KW_{HAV1}$  at step 403, it will progress to step 407, and  $Z_{dcT}$  is set to " $KZ_{dcT1}$ ", and processing is ended. If it is  $W_{HAV} \geq KW_{HAV2}$  at step 402, it will progress to step 406, and  $Z_{dcT}$  is set to " $KZ_{dcT2}$ ", and processing is ended. If it is  $W_{HAV} \geq KW_{HAV3}$  at step 401, it will progress to step 405, and  $Z_{dcT}$  is set to " $KZ_{dcT3}$ ", and processing is ended.

[0047] That is, it is  $KW_{HAV1} < KW_{HAV2} < KW_{HAV3} < KW_{HAV}$  as mentioned above, and since it is  $KZ_{dcT0} < KZ_{dcT1} < KZ_{dcT2} < KZ_{dcT3}$ , a target impedance is changed according to degradation of an oxygen sensor 26. The flow chart of drawing 12 shows the abnormality judging routine in a sensor performed by CPU48a for example, in a cycle of 1 second. By this abnormality judging routine, the abnormalities in a sensor are judged according to the heater electric supply force  $W_h$  needed at the time of activation of chip temperature feedback control. That is, the heater electric supply force  $W_h$  which is needed at the time of the abnormalities in a sensor in order to hold a chip temperature to desired value (for example, 700 degrees C) increases, and a comparison test can be easily carried out to it of forward

always. Hereafter, an abnormality judging procedure is explained according to drawing 12.

[0048] In drawing 12, CPU48a distinguishes whether it distinguished whether predetermined time KSTFB (for example, 10 seconds) passed after chip temperature feedback initiation at step 501, and predetermined time KAFST (for example, 100 seconds) passed it after the abnormality judging last at continuing step 502. Furthermore, CPU48a distinguishes whether the steady operation condition (for example, it is an idle state) was continued beyond the predetermined time KSMST (for example, 5 seconds) at step 503. And if negative distinction of either of steps 501-503 is carried out, CPU48a will end processing as it is, and if affirmation distinction of steps 501-503 is carried out altogether, it will progress to step 504.

[0049] CPU48a distinguishes whether the power average WHAV is beyond the predetermined heater power decision value KWHAV at step 504 ( $WHAV \geq KWHAV$ ). If it is  $WHAV < KWHAV$  at this time, CPU48a will consider that he has no abnormalities in a sensor, will progress to step 505, and will change the target impedance according to WHAV at step 505. In addition, ZdcT mentioned above serves as a target impedance changed at this time. Then, the abnormality judging flag XELER in progress is cleared to step 506 "0", and processing is ended.

[0050] Moreover, if it is  $WHAV \geq KWHAV$ , CPU48a will progress to step 507, it distinguishes whether abnormalities other than a sensor are detected, and if other abnormalities cannot be found, it will progress to step 508. And CPU48a distinguishes whether the abnormality judging flag XELER is already set to "1" at step 508, and if it is  $XELER = 0$ , it will set "1" to the abnormality judging flag XELER at step 509.

[0051] Moreover, if it is  $XELER = 1$ , CPU48a will progress to step 510 and will turn on the alarm lamp 29 which expresses an abnormal occurrence as DA1AGU processing. That is, at steps 504-510, when the purport of an abnormal occurrence ( $WHAV \geq KWHAV$ ) is distinguished twice in succession, DA1AGU processing is carried out. As mentioned above, in this example, in step 503, it distinguishes whether operational status is a steady state, and, in addition, distinction of no is performed based on the engine engine speed NE and engine engine loads (inhalation-of-air negative pressure Pm etc.) with which the steady operation condition here was detected with the fuel-injection control device 49.

[0052] Thus, operational status is detected for making an exhaust gas temperature decide. In detail, the heater electric supply force goes up rather than the predetermined range, probably because the sensor deteriorated and the component impedance increased, or because the exhaust gas temperature fell. That is, an oxygen sensor 26 fully carries out activity, even if the heater electric supply force is a low battery, when an exhaust gas temperature is high, but if it is not a high voltage when conversely low, activity of it will not be carried out. For this reason, when an exhaust gas temperature is low, a high electric power supply is carried out to a heater. It is for distinguishing to the heater electric supply force and accuracy at this time.

[0053] Above, by this example, when there is no degradation in an oxygen sensor 26, the component impedance (chip temperature) of an oxygen sensor 26 carries out feedback control (chip temperature feedback control of drawing 6) of the supply voltage to a heater 33 so that a target impedance may be set to 30 ohms (an equivalent for the chip temperature of 700 degrees C). And when degradation arises in an oxygen sensor 26, the target impedance is changed according to the degradation. At this time, when the heater electric supply force exceeds a heater power decision value, the abnormality judging in a sensor is made, an alarm lamp 29 lights up, and an alarm display is carried out.

[0054] Thus, the supply voltage to a heater 33 can be controlled by changing into a new target impedance the target impedance which shifted with the increment in internal impedance of a component 34, and an extremes-of-temperature rise of an oxygen sensor 26 can be prevented by it. Furthermore, in connection with this, degradation of the oxygen sensor 26 promoted by extremes-of-temperature rise of an oxygen sensor 26 can also be prevented.

[0055] Furthermore, in this example, since an abnormality judging is carried out when the power which shows the condition it not only repeats modification of the target impedance accompanying degradation of an oxygen sensor 26, but that the oxygen sensor 26 has reached the limitation in capacity since it has the abnormality judging means of an oxygen sensor 26 is supplied to the heater, maintenance of the function of an oxygen sensor 26 can be aimed at. Moreover, waste of power can be prevented, when degradation progresses and the predetermined range is crossed.

[0056] Moreover, in this example, since the abnormality judging was limited at the time of steady operation (step 503 of drawing 12), the effect on the heater electric supply force by the exhaust gas temperature can be eliminated, and a proper judgment result can be obtained. In addition, although the target impedance is changed into the cascade in this example, you may change into a linear according to degradation of an oxygen sensor 26.

---

[Translation done.]

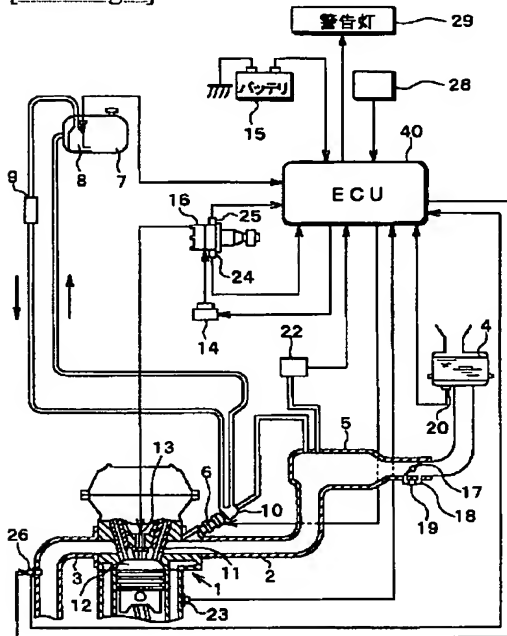
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

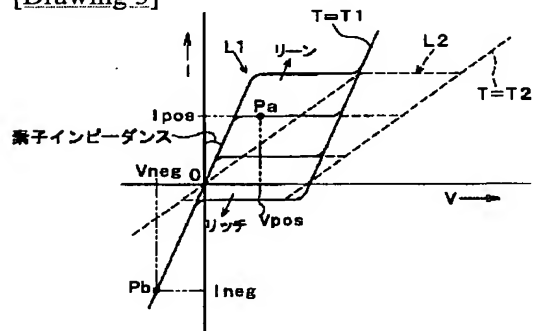
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

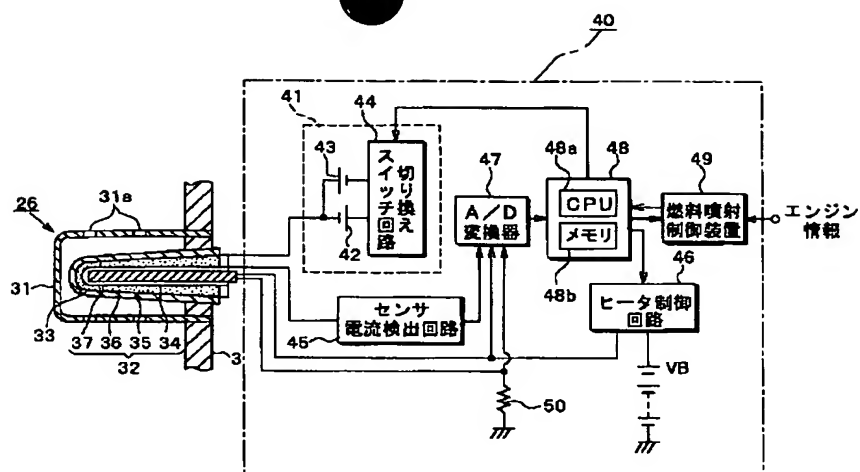
[Drawing 1]



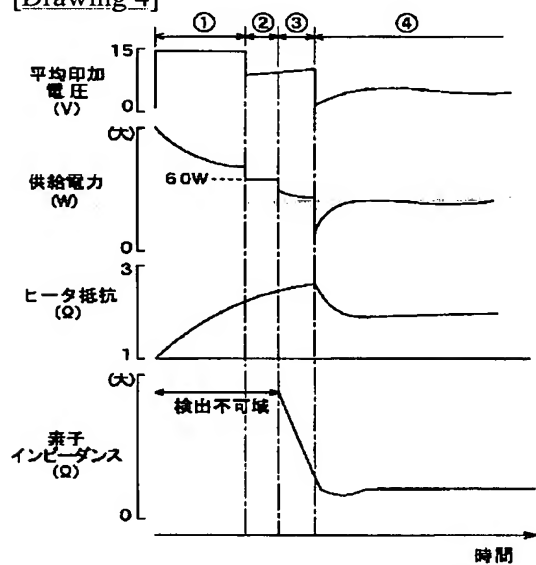
[Drawing 3]



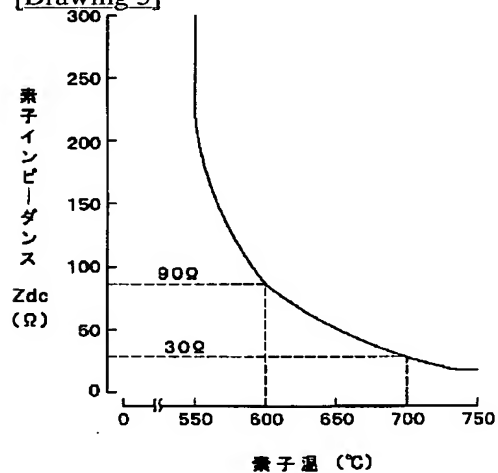
[Drawing 2]



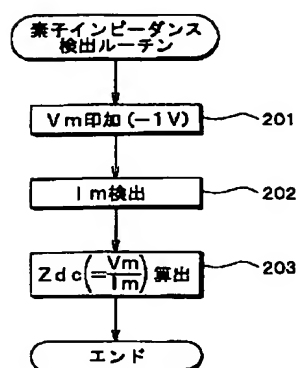
[Drawing 4]



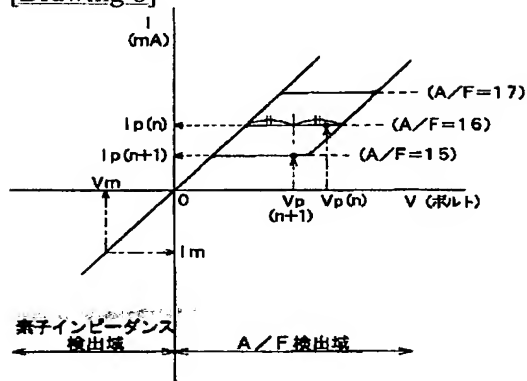
[Drawing 5]



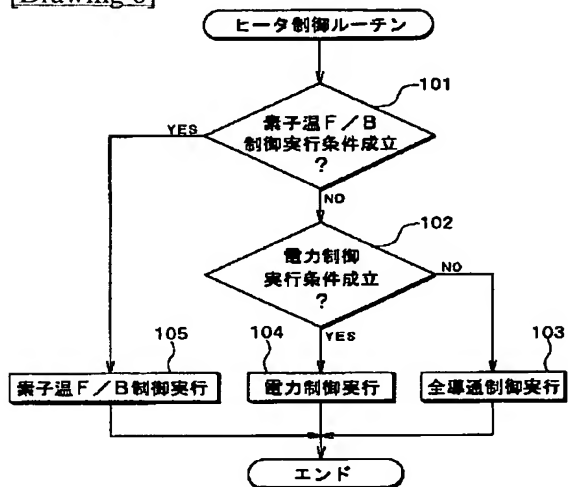
[Drawing 7]



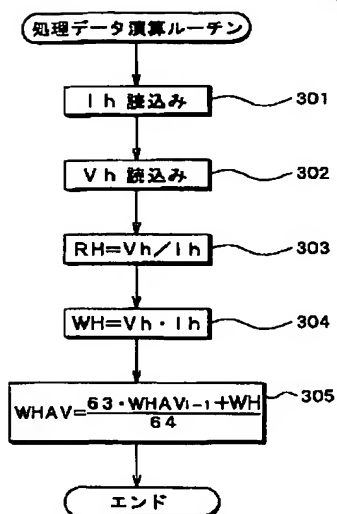
[Drawing 8]



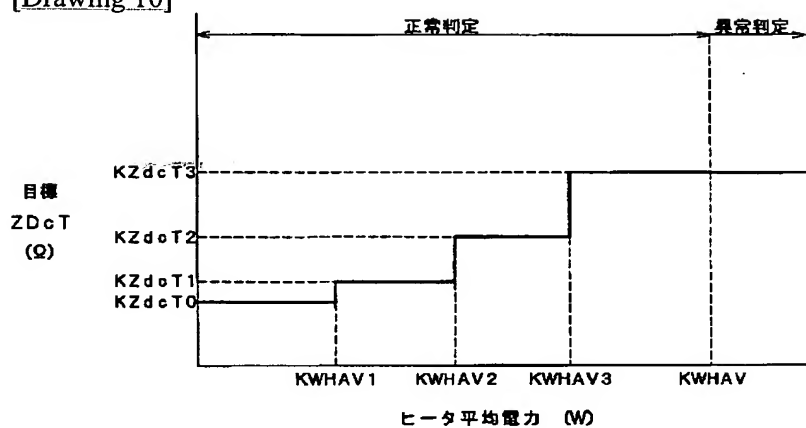
[Drawing 6]



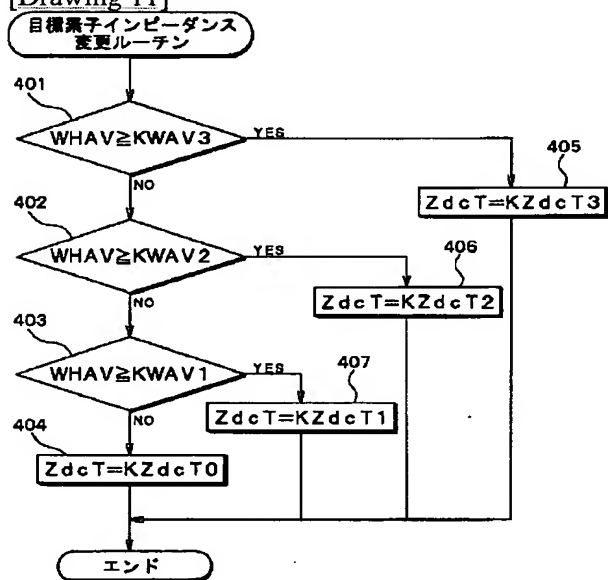
[Drawing 9]



[Drawing 10]

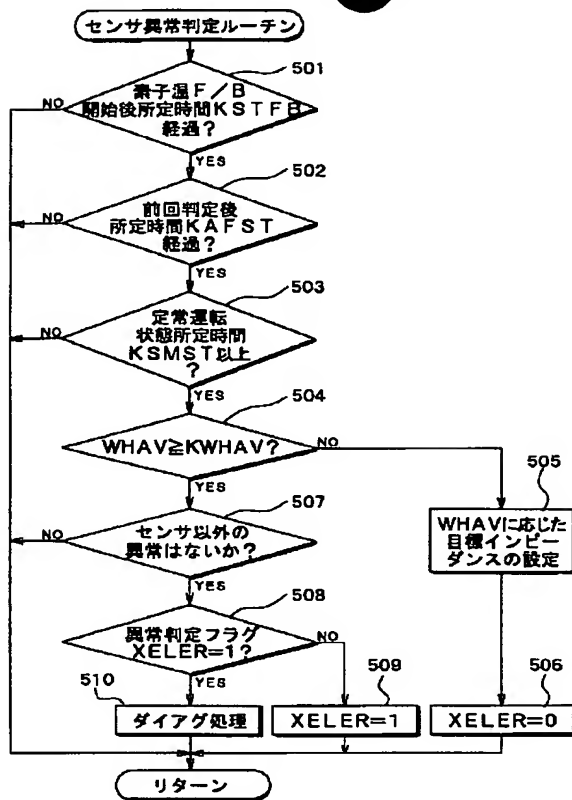


[Drawing 11]



[Drawing 12]





[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-26599

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月27日

(51) IntCl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 27/26	3 6 1		G 0 1 N 27/26	3 6 1 D
F 0 2 D 41/22	3 0 5		F 0 2 D 41/22	3 0 5 K
	45/00	3 6 8		45/00
G 0 1 N 27/41			G 0 1 N 27/46	3 2 5 Q
27/419				3 2 7 Q

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平8-180771

(22) 出願日 平成8年(1996) 7月10日

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 山下 幸宏

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電  
装株式会社内

(72) 発明者 飯田 寿

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電  
装株式会社内

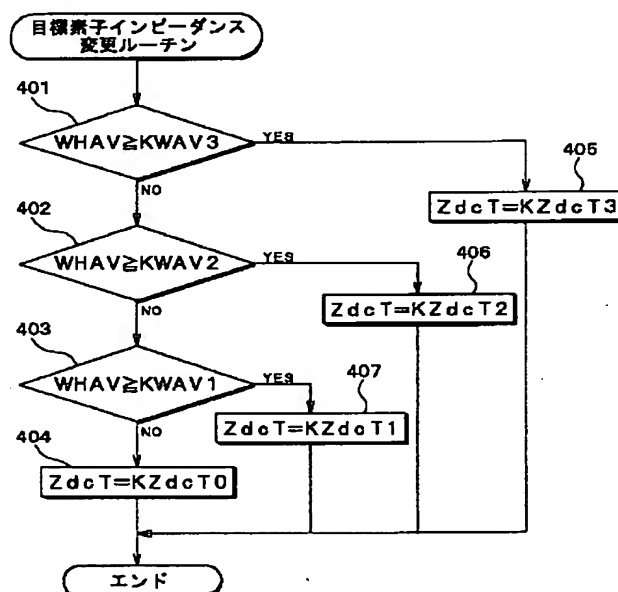
(74) 代理人 弁理士 伊藤 洋二

(54) 【発明の名称】 酸素濃度検出装置

(57) 【要約】

【課題】 酸素センサの劣化による検出素子の内部インピーダンスの増加に伴う酸素センサの温度の上昇を防止すると共に、温度上昇による酸素センサの劣化の促進を防止する。

【解決手段】 酸素センサの活性化温度を維持すべく、温度に応じてインピーダンスが変化する検出素子が目標インピーダンスになるようにする。しかし、検出素子は劣化すると内部インピーダンスが増加する。これに伴って、検出素子を加熱するヒータへの供給電力が増加するため、酸素センサの温度が上昇し、活性化温度より高くなる。従って、所定の閾値を定めて供給電力がこの所定の閾値を超えた時に目標インピーダンスを変更する。ステップ401～403で閾値KWHAV1～KWHAV3と供給電力WHAVをそれぞれ比較し、WHAVの方が大きいときにはステップ405～407で目標インピーダンスをKZdcT1～KZdcT3に変更する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 酸素濃度に比例した電流を出力する検出素子（34）とこの検出素子（34）を加熱するヒータ（33）とを有する酸素センサ（26）と、前記検出素子（34）のインピーダンスを検出する素子インピーダンス検出手段（201～203）と、

前記素子インピーダンス検出手段（201～203）により検出された素子インピーダンスを目標インピーダンスにするように、前記ヒータ（33）への供給電力をフィードバック制御するヒータ供給電力制御手段（105）と、前記検出素子（34）の内部インピーダンスが増加する劣化状態を判定する劣化判定手段（401～403）と、

前記劣化状態が判定されたとき前記目標インピーダンスを増加させる目標インピーダンス変更手段（405～407）とを備えたことを特徴とする酸素濃度検出装置。

【請求項 2】 酸素濃度に比例した電流を出力する検出素子（34）とこの検出素子（34）を加熱するヒータ（33）とを有する酸素センサ（26）と、

前記検出素子（34）のインピーダンスを検出する素子インピーダンス検出手段（201～203）と、

前記素子インピーダンス検出手段（201～203）により検出された素子インピーダンスを目標インピーダンスにするように、前記ヒータ（33）への供給電力をフィードバック制御するヒータ供給電力制御手段（101～103）と、

前記ヒータ供給電力を検出するヒータ供給電力検出手段（301～305）と、

前記検出されたヒータ供給電力と所定の判定値とを比較するヒータ供給電力比較手段（401～403）と、

前記ヒータ供給電力比較手段（401～403）にて前記ヒータ供給電力が前記判定値を超えたことを判定したときに前記目標インピーダンスを増加させる目標インピーダンス変更手段（405～407）とを備えたことを特徴とする酸素濃度検出装置。

【請求項 3】 前記ヒータ供給電力比較手段（401～403）は、前記ヒータ供給電力を第 1 の判定値と比較する第 1 比較手段と、前記ヒータ供給電力を前記第 1 の判定値よりも大きな第 2 の判定値と比較する第 2 比較手段とを有し、

前記目標インピーダンス変更手段（405～407）は、前記第 1 の比較手段にて前記ヒータ供給電力が前記第 1 の判定値を超えたと判定されると第 1 の目標インピーダンスに増加させ、前記第 2 の比較手段にて前記ヒータ供給電力が前記第 2 の判定値を超えたと判定されると前記第 1 の目標インピーダンスよりも大きな第 2 の目標インピーダンスに増加させることを特徴とする請求項 2 に記載の酸素濃度検出装置。

【請求項 4】 前記ヒータ供給電力が前記判定値よりも高い異常判定値を超えたとき前記酸素センサ（26）の

異常を判定するセンサ異常判定手段（504、506～510）を設けたことを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の酸素濃度検出装置。

【請求項 5】 内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段（49）と、

前記運転状態検出手段（49）により検出された運転状態が定常状態に移行したときに前記ヒータ供給電力比較手段（401～403）による制御を実行し、前記目標インピーダンス変更手段（405～407）によるインピーダンスの変更を可能にする手段（503）とを設けたことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 つに記載の酸素濃度検出装置。

【請求項 6】 酸素濃度に比例した電流を出力する検出素子（34）とこの検出素子（34）を加熱するヒータ（33）とを有する酸素センサ（26）と、

前記検出素子（34）のインピーダンスを検出する素子インピーダンス検出手段（201～203）と、

前記素子インピーダンス検出手段（201～203）により検出された素子インピーダンスを目標インピーダンスにするように、前記ヒータ（33）への供給電力をフィードバック制御するヒータ供給電力制御手段（101～103）と、

前記ヒータ供給電力を検出するヒータ供給電力検出手段（301～305）と、

前記検出されたヒータ供給電力が大きいほど、前記目標インピーダンスが大きくなるよう前記目標インピーダンスを設定する目標インピーダンス設定手段（401～407）を設けたことを特徴とする酸素濃度検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、酸素センサを備えた酸素濃度検出装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、空燃比制御システムにおいては、排気ガス中の酸素濃度に比例した限界電流を出力する限界電流式酸素センサ（酸素濃度検出装置）が用いられている。この酸素センサは所定温度（活性化温度）で活性化するまで酸素濃度に比例した限界電流を出力しない。従って、酸素センサの活性状態を維持するために、酸素センサ内の検出素子の温度をフィードバックし、酸素センサを加熱するヒータへの供給電力を制御（素子温フィードバック制御）している。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】酸素センサ温度のフィードバックは、温度に応じてインピーダンスが変化する検出素子のインピーダンスに基づいて行われる。このとき、活性化温度となるインピーダンスを目標インピーダンスとしている。しかしながら、酸素センサは劣化すると検出素子の内部インピーダンスが増加する。このとき、酸素センサの温度は活性化温度であっても検出素子

のインピーダンスが増加しているため、目標インピーダンスになるようにヒータ供給電力を増加させる。これに伴って酸素センサの温度が上昇する。この温度上昇により酸素センサの劣化が促進されるという問題が生じる。

【0004】本発明は上記点に鑑みて、酸素センサの劣化による検出素子の内部インピーダンスの増加に伴う酸素センサの温度上昇を防止し、酸素センサの活性化温度の維持を図ることを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1から6に記載の発明においては、温度に応じてインピーダンスが変化する検出素子（34）の素子インピーダンスを目標インピーダンスにするように、ヒータ（33）への供給電力をフィードバック制御するヒータ供給電力制御手段（105）を有する酸素濃度検出装置において、検出素子（34）の内部インピーダンスの増加に基づき劣化判定を行う劣化判定手段（401～403）と、劣化判定に基づき前記目標インピーダンスを増加させるように変更する目標インピーダンス変更手段（405～407）とを備えたことを特徴とする。

【0006】これにより、酸素センサ（26）が劣化状態になったときに目標インピーダンスを新たな目標インピーダンスに変更することで、ヒータ（33）への供給電力を制御して酸素センサ（26）の温度上昇を防止することができ、酸素センサ（26）を活性化温度に維持することができる。請求項2から4に記載の発明においては、検出素子（34）の劣化に応じた所定の判定値と供給電力とを比較するヒータ供給電力比較手段（401～403）を設け、供給電力が判定値より大きいときに目標インピーダンスを変更する目標インピーダンス変更手段（405～407）を設けたことを特徴とする。

【0007】このように、判定値より大きいときに目標インピーダンスを変更することで請求項1と同様に酸素センサ（26）の温度上昇を防止することができる。さらに、請求項4に記載の発明においては酸素濃度検出装置に酸素センサ異常検出手段（504、506～510）を設け、酸素センサ（26）の異常判定をしているから、例えば、酸素センサ（26）が能力的限界に達している量の電力がヒータ（33）に供給されていることが分かり、酸素センサ（26）の機能の維持が図れる。また、劣化が進んで所定の範囲を越えた場合において、電力の浪費を防止することができる。

【0008】請求項5に記載の発明においては空燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段（49）と、運転状態検出手段（49）により検出された運転状態が定常状態に移行したときにフィードバック制御を実行し、目標インピーダンス変更手段（405～407）によるインピーダンスの変更を可能にする手段（49）とを設けたことを特徴とするヒータ供給電力の増加には2種類あり、1つは酸素センサ（26）の劣化による素子イン

ピーダンス増加に応じたヒータ供給電力の増加、もう1つは排気ガス温度の低下によるヒータ供給電力の増加である。後者について説明すると、酸素センサ（26）の活性化は排気ガス温度にも依存し、排気ガス温度が高いときには低電力で活性化し、逆に低いときには高電力が必要となる。このため、ヒータ供給電力の増加がいずれに起因するものかを判断することにより素子インピーダンスの増加が明確となる。

【0009】このように、空燃機関の運転状態を検出することにより、ヒータ供給電力の増加が素子インピーダンス増加によるものか排気ガス温度に依存したものか、確定することができ、目標インピーダンスの変更をより確実に行うことができる。請求項6に記載の発明は、ヒータ（33）への供給電力が大きいほど、目標インピーダンスが大きくなるよう変更していく目標インピーダンス設定手段（401～407）を設けたことを特徴とする。

【0010】このように、ヒータ供給電力に応じた目標インピーダンスを設定することにより、請求項1と同様に酸素センサ（26）の温度上昇を防止することができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図に示す実施形態について説明する。図1は、本発明の一実施形態における内燃機関の空燃比制御装置の概要を示す構成図である。図1において、4気筒火花点火式ガソリン内燃機関（以下、エンジンという）1には吸気管2と排気管3とが接続されている。吸気管2の最上流部にはエアクリーナ4が設けられ、吸気管2の途中にはサージタンク5が設けられている。サージタンク5の上流側には、図示しないアクセルペダルの踏み込み操作に連動するスロットルバルブ17が配設されている。スロットルバルブ17をバイパスするバイパス通路18には、ISC弁（アイドル回転数制御弁）19が設けられている。

【0012】また、エンジン1における各気筒毎の吸気管（吸気ポート）2にはインジェクタ6が配設されている。燃料タンク7内の燃料は燃料ポンプ8により吸い上げられ、燃料フィルタ9を通してプレッシャレギュレータ10に供給される。プレッシャレギュレータ10は、一定圧力に調圧した燃料をインジェクタ6に供給すると共に、余剰燃料を燃料タンク7にリターンさせる。インジェクタ6はバッテリー15からの電力供給により開弁して燃料を噴射する。そして、インジェクタ6による噴射燃料が吸入空気と混合されて混合気となり、吸気弁11を介して各気筒の燃焼室12に供給される。

【0013】エアクリーナ4の近傍には吸気温度センサ20が設けられ、同センサ20により吸気温度が検出される。また、サージタンク5には吸気管内圧力センサ22が設けられ、同センサ22により吸気管内圧力（吸気負圧）が検出される。エンジン1のシリンダブロックには

エンジン冷却水の温度を検出するための水温センサ 2 3 が設けられている。

【0014】各気筒の燃焼室 1 2 には点火プラグ 1 3 が配設されている。イグナイタ 1 4 ではバッテリー 1 5 の電圧から高電圧が生成され、その高電圧がディストリビュータ 1 6 により各点火プラグ 1 3 に分配される。ディストリビュータ 1 6 内には気筒判別センサ 2 4 とクランク角センサ 2 5 が配設されている。クランク角センサ 2 5 は、エンジン 1 のクランク軸の回転に伴う所定のクランク角毎（例えば、 $30^{\circ}$  CA 毎）にクランク角信号を発生する。また、気筒判別センサ 2 4 は、エンジン 1 のク

10 1 気筒の圧縮 TDC で気筒判別信号を発生する。  
【0015】また、エンジン 1 の排気管 3 には限界電流式の酸素センサ 2 6 が設けられており、この酸素センサ 2 6 は排気ガス中の酸素濃度に比例してリニアな検出信号を出力する。なお、酸素センサ 2 6 下流には図示しない触媒コンバータが配設されており、同コンバータにて排気ガスが浄化されるようになっている。上記各センサの検出信号は電子制御装置（以下、ECU という）4 0

20 に入力される。ECU 4 0 は、バッテリー 1 5 を電源として動作し、イグニションスイッチ 2 8 のオン信号によりエンジン 1 を始動させると共に、エンジン運転中は酸素センサ 2 6 の出力信号に基づいて空燃比補正係数を増減補正することで空燃比を目標空燃比（例えば、理論空燃比）近傍にフィードバック制御する。また、ECU 4 0 は後述するセンサ異常判定処理を実行して酸素センサ 2 6 の異常の有無を診断し、異常時には警告灯 2 9 を点灯して運転者に異常発生の旨を警告する。

30 【0016】図 2 は、酸素センサ 2 6 の概略断面、及び酸素センサ 2 6 に接続された ECU 4 0 の電氣的構成を示す図である。図 2 において、酸素センサ 2 6 は排気管 3 の内部に向けて突設されており、同センサ 2 6 はカバー 3 1、センサ本体 3 2 及びヒータ 3 3 に大別される。カバー 3 1 は断面コ字状をなし、その周壁にはカバー内外を連通する多数の小孔 3 1 a が形成されている。センサ本体 3 2 は空燃比リーン領域における酸素濃度、若しくは空燃比リッチ領域における一酸化炭素（CO）濃度に対応する限界電流を発生する。

40 【0017】センサ本体 3 2 の構成について詳述する。センサ本体 3 2 において、断面カップ状に形成された固体電解質層 3 4 の外表面には、排気ガス側電極層 3 6 が固着され、内表面には大気側電極層 3 7 が固着されている。また、排気ガス側電極層 3 6 の外側には、プラズマ溶射法等により拡散抵抗層 3 5 が形成されている。固体電解質層 3 4 は酸素濃度検出素子に相当する。

【0018】ヒータ 3 3 は大気側電極層 3 7 内に収容されており、その発熱エネルギーによりセンサ本体 3 2

（大気側電極層 3 7、固体電極質層 3 4、排気ガス側電極層 3 6 及び拡散抵抗層 3 5）を加熱する。ヒータ 3 3

は、センサ本体 3 2 を活性化するのに十分な発熱容量を有している。上記構成の酸素センサ 2 6 において、センサ本体 3 2 は理論空燃比点にて濃淡起電力を発生し、理論空燃比点よりリーン領域の酸素濃度に応じた限界電流を発生する。

【0019】また、センサ本体 3 2 は酸素濃度を直線的特性にて検出し得るものであるが、このセンサ本体 3 2 を活性化するのに約  $650^{\circ}\text{C}$  以上の高温が必要とされると共に、同センサ本体 3 2 の活性温度範囲が狭いため、エンジン 1 の排気ガスのみによる加熱では活性領域を制御できない。そのため、本例では、後述するヒータ 3 3 の加熱制御によりセンサ本体 3 2 の温度制御が実施される。なお、理論空燃比よりもリッチ側の領域では、未燃ガスである一酸化炭素（CO）の濃度が空燃比に対してほぼリニアに変化し、センサ本体 3 2 は CO 濃度に応じた限界電流を発生する。

【0020】センサ本体 3 2 の電圧－電流特性について図 3 を用いて説明する。図 3 に示すように電流－電圧特性は、酸素センサ 2 6 の検出酸素濃度（空燃比）に比例するセンサ本体 3 2 の固体電解質層 3 4 への流入電流と、同固体電解質層 3 4 への印加電圧との関係が直線的であることを示す。そして、センサ本体 3 2 が温度  $T = T_1$  にて活性状態にあるとき、図 3 の実線で示すように特性線 L 1 でもって安定した状態を示す。かかる場合、特性線 L 1 の電圧軸 V に平行な直線部分がセンサ本体 3 2 の限界電流を特定する。この限界電流の増減は空燃比の増減（即ち、リーン・リッチ）に対応しており、空燃比がリーン側になるほど限界電流は増大し、空燃比がリッチ側になるほど限界電流は減少する。

30 【0021】また、この電圧－電流特性において電圧軸 V に平行な直線部分よりも小さい電圧域は抵抗支配域となっており、その抵抗支配域における特性線 L 1 の傾きは、センサ本体 3 2 における固体電解質層 3 4 の内部インピーダンス（以下、これを素子インピーダンスという）により特定される。この素子インピーダンスは温度変化に伴い変化するため、センサ本体 3 2 の温度が低下すると素子インピーダンスの増大により上記傾きが小さくなる。

40 【0022】つまり、センサ本体 3 2 の温度 T が  $T_1$  よりも低い  $T_2$  にあるとき、電流－電圧特性は図 3 の破線で示すように特性線 L 2 でもって特定される。かかる場合、特性線 L 2 の電圧軸 V に平行な直線部分が  $T = T_2$  におけるセンサ本体 3 2 の限界電流を特定するもので、この限界電流は特性線 L 1 による限界電流とほぼ一致している。

【0023】そして、特性線 L 1 において、センサ本体 3 2 の固体電解質層 3 4 に正の印加電圧  $V_{\text{pos}}$  を印加すれば、センサ本体 3 2 に流れる電流が限界電流  $I_{\text{pos}}$  となる（図 3 の点 P a 参照）。また、センサ本体 3 2 の固体電解質層 3 4 に負の印加電圧  $V_{\text{neg}}$  を印加すれば、セ

ンサ本体 32 に流れる電流が酸素濃度に依存せず、温度のみに比例する負の温度電流  $I_{neg}$  となる（図 3 の点 P b 参照）。

【0024】また、図 2 において、センサ本体 32 の排気ガス側電極層 36 には、バイアス制御回路 41 が接続され、同バイアス制御回路 41 にはセンサ電流検出回路 45 を介してセンサ本体 32 の大気側電極層 37 が接続されている。バイアス制御回路 41 は正バイアス用直流電源 42、負バイアス用直流電源 43 及び切り換えスイッチ回路 44 によって構成されている。正バイアス用直

流電源 42 の負側電極及び負バイアス用直流電源 43 の正側電極は共に排気ガス側電極層 36 に接続されている。

【0025】切り換えスイッチ回路 44 は、第 1 切り換え状態にて正バイアス用直流電源 42 の正側電極のみをセンサ電流検出回路 45 に接続すると共に、第 2 切り換え状態にて負バイアス用直流電源 43 の負側電極のみをセンサ電流検出回路 45 に接続する。つまり、切り換えスイッチ回路 44 が第 1 切り換え状態にある場合、正バイアス用直流電源 42 がセンサ本体 32 の固体電解質層 34 を正バイアスし、同固体電解質層 34 には正方向の電流が流れる。

【0026】一方、切り換えスイッチ回路 44 が第 2 切り換え状態にある場合、負バイアス用直流電源 43 が固体電解質層 34 を負バイアスし、同固体電解質層 34 には負方向の電流が流れる。かかる場合、各直流電源 42、43 の端子電圧は上述の印加電圧  $V_{pos}$ 、 $V_{neg}$  にそれぞれ相当する。センサ電流検出回路 45 は、センサ本体 32 の大気側電極層 37 から切り換えスイッチ回路 44 へ流れる電流又はその逆方向へ流れる電流、つまり、固体電解質層 34 を流れる電流を検出する。また、ヒータ制御回路 46 は、酸素センサ 26 の素子温やヒータ温度に応じてバッテリー電源 VB からヒータ 33 に供給される電力をデューティ制御し、ヒータ 33 の加熱制御を行う。ヒータ 33 に流れる電流（以下、ヒータ電流  $I_h$  という）は電流検出抵抗 50 により検出される。

【0027】A/D 変換器 47 は、センサ電流検出回路 45 による検出電流（図 3 の  $I_{pos}$ 、 $I_{neg}$ ）、ヒータ電流  $I_h$ 、及びヒータ 33 の印加電圧（以下、ヒータ電圧  $V_h$  という）をデジタル信号に変換してマイクロコンピュータ 48 に出力する。マイクロコンピュータ 48 は、各種演算処理を実行する CPU 48a や ROM、RAM からなるメモリ 48b 等により構成され、所定のコンピュータプログラムに従いバイアス制御回路 41、ヒータ制御回路 46 及び燃料噴射制御装置 49 を制御する。

【0028】燃料噴射制御装置 49 は、エンジン情報としての前記各種センサ信号を入力し、吸気温  $T_{am}$ 、吸気負圧  $P_m$ 、冷却水温  $T_{hw}$ 、エンジン回転数  $NE$ 、車速  $V_s$  等を検出する。そして、これらのエンジン情報に

基づきインジェクタ 6 による燃料噴射を制御する。次いで、本例の作動についてマイクロコンピュータ 48 内の CPU 48a により実行される各種制御プログラムに沿って説明する。なお、本例では、マイクロコンピュータ 48 内の CPU 48a によりヒータ供給電力制御手段、ヒータ供給電力検出手段、素子インピーダンス検出手段、センサ異常判定手段及び劣化判定手段（ヒータ供給電力比較手段）が構成されている。

【0029】図 4 は本例におけるヒータ制御のタイムチャートであり、同図には、エンジン始動に伴うヒータ 33 への通電開始後、酸素センサ 26 が十分に活性するまでの動作を示している。本例では、ヒータ制御がその目的及び制御方法の違いから図 4 の①～④の制御に分けられており、それぞれを順に説明する。なお、①～③の制御は、酸素センサ 26 の活性前のヒータ制御を示し、④の制御は酸素センサ 26 の活性後のヒータ制御を示す。

【0030】先ずエンジン始動直後における①の制御では、100%デューティのヒータ電圧がヒータ 33 に印加される（以下、これを全導通制御と呼ぶ）。つまり、ヒータ 33 及び検出素子（センサ本体 32）の冷間時には短時間でヒータ 33 を加熱すべく、最大電力がヒータ 33 に供給される。②、③の制御では、ヒータ温を所定の目標ヒータ温（例えば、ヒータ上限温度である 1200℃）に保持するよう、ヒータ 33 への供給電力が制御される（以下、これを電力制御と呼ぶ）。つまり、素子温が活性化温度（700℃）にあればヒータ温は供給電力から一義的に決まるため、ヒータ 33 を一定の温度に保持するには所定電力を供給し続けられればよい。しかしながら素子温が低い時には、ヒータ温を一定に保持するために必要な供給電力は素子温に応じて変動する。一般に、素子温が低いほど大きな供給電力が必要になる。そこで、上記電力制御では、素子インピーダンス（素子温と素子インピーダンスとは図 5 に示す関係にある）に応じて供給電力が制御される。

【0031】但し、電力制御の開始当初は、素子インピーダンスが非常に大きく検出可能な最大値（例えば、600Ω）を超える。そのため、素子インピーダンスの検出不可域ではヒータ 33 への供給電力は一定電力（例えば、60W）に保持される（②の制御）。そして、素子温が上昇し素子インピーダンスが 600Ω 以下になると、以降、素子インピーダンスに応じた電力がヒータ 33 に供給される（③の制御）。

【0032】また、④の制御では、素子の活性状態を維持すべく、目標インピーダンス（目標温）になるようにヒータ 33 への供給電力がフィードバック制御（素子温フィードバック制御）される。なお、酸素センサ 26 が劣化していない正常時には目標インピーダンスは 30Ω（目標温 700℃相当）になるように、供給電力が制御される。

【0033】次に、図 6 に従いヒータ制御ルーチンを説

明する。図6において、CPU48aは、ステップ101で素子温フィードバック制御の実行条件が成立したか否かを判別する。この実行条件は、酸素センサ26の素子インピーダンスが目標インピーダンス(30Ω)以下であれば成立する。また、CPU48aは、ステップ102で電力制御実行条件が成立したか否かを判別する。

【0034】この電力制御実行条件としては、酸素センサ26(センサ本体32及びヒータ33)が冷間状態にあるか否かに応じて2通りの条件が設定されており、酸素センサ26が冷間状態であれば全導通制御(図4の①の制御)を開始してから所定時間が経過した時に条件が成立し、冷間状態でなければヒータインピーダンスが目標ヒータインピーダンス以上になった時に成立する。このように酸素センサ26の冷間状態に応じて全導通制御を実行することによりエンジン再始動時においてヒータ温の過上昇が防止される。

【0035】従って、ヒータ制御の開始当初においてステップ101、102が共に否定判別されれば、CPU48aはステップ103に進み、ヒータ33の全導通制御を実行する(①の制御)。即ち100%デューティのヒータ電圧をヒータ33に印加する。また、ステップ102の電力制御実行条件が成立すると、CPU48aはステップ104に進み、電力制御を実行する(②、③の制御)。この場合、前述したように素子インピーダンスが検出不可域(素子インピーダンス>600Ω)にあれば供給電力が固定値にて制御され(②の制御)、素子インピーダンスが検出可能になるとヒータ温を目標ヒータ温に保持するよう、素子インピーダンスに応じてヒータ33への供給電力が制御される(③の制御)。

【0036】その後、ステップ101の素子温フィードバック制御実行条件が成立すると、CPU48aは、ステップ105で素子温フィードバック制御を実行する(④の制御)。このとき、CPU48aは、次の数式1~数式3に基づきヒータ電圧の制御デューティDUTYを演算する。

【0037】

【数1】 $DUTY = DUTY_I + GP + GI$

【0038】

【数2】 $GP = KP \cdot (Zdc - ZdcT)$

【0039】

【数3】 $GI = GI + KI \cdot (Zdc - ZdcT)$

但し、「DUTY<sub>I</sub>」は制御デューティDUTYの初期値、「Zdc」は素子インピーダンス、「ZdcT」は目標インピーダンスである。なお、本例では、DUTY<sub>I</sub> = 20%、酸素センサ26劣化前におけるZdcT = 30Ωとしている。また、「GP」は比例項、「GI」は積分項、「KP」は比例定数、「KI」は積分定数を表す(本例では、KP = 4.2%、KI = 0.2%)。なお、これらの数値は実験的に求められるものであり、酸素センサ26の仕様に応じて変更される。

【0040】図7に図6において、素子温フィードバック制御実行中(ステップ105)に行われる素子インピーダンス検出ルーチンを示す。以下、図7に従って説明する。CPU48aはステップ201で図8の素子インピーダンス検出域における所定電圧Vmを印加し(例えば1V)、続くステップ202で図2のセンサ電流検出回路45にて検出された電流Imを読み込む(図8参照)。また、CPU48aは、ステップ203で上記印加電圧と検出電流Imとから素子インピーダンスZdcを算出する( $Zdc = Vm / Im$ )。

【0041】図9は、CPU48aにより例えば128ms毎に実行される処理データ演算ルーチンを示す。図7において、CPU48aは、ステップ301で図2の電流検出抵抗50により検出されたヒータ電流Ihを読み込み、続くステップ302でヒータ電圧Vhを読み込む。また、CPU48aは、ステップ303でヒータ電圧Vhをヒータ電流Ihで除算してヒータインピーダンスRHを算出し( $RH = Vh / Ih$ )、続くステップ304でヒータ電圧Vhとヒータ電流Ihとを乗算してヒータ供給電力WHを算出する( $WH = Vh \cdot Ih$ )。さらに、CPU48aは、ステップ305で1/64なまし演算によりヒータ供給電力WHのなまし値(以下、電力平均値WHAVという)を数式4を用いて算出する。

【0042】

【数4】

$WHAV = (63 \cdot WHAV_{i-1} + WH) / 64$

また、図10は目標インピーダンスの変更について示したものである。本図について説明する。まず、酸素センサ26に劣化が生じていないときには、目標インピーダンスは30Ωに設定されている。そして、酸素センサ26に劣化が生じると、それに伴い素子インピーダンスは増加し、これに伴ってヒータ供給電力は上昇する。

【0043】ところで、ある目標インピーダンスに制御するために必要とするヒータ供給電力は所定電力に納まる。従って、この供給電力がこの所定電力を超えた場合に酸素センサ26の劣化と判定し、劣化に応じた目標インピーダンスに変更する。図10のように酸素センサ26が劣化する前には、KZdcT0 (= 30Ω)が目標インピーダンスとして設定されている。そして、劣化すると目標インピーダンスは、ヒータ供給電力がKWHAV1以上かつKWHAV2未満であればKZdcT1に変更され、KWHAV2以上かつKWHAV3未満であればKZdcT2に変更され、KWHAV3以上であればKZdcT3に変更される。

【0044】なお、図に示すように、KWHAV1 < KWHAV2 < KWHAV3 < KWHAVであり、KZdcT0 < KZdcT1 < KZdcT2 < KZdcT3である。ヒータ供給電力がさらに上昇していき図に示す異常判定領域(供給電力がKWHAV以上)までヒータ供給電力が上昇すると酸素センサ26の異常と判定する。



つまり、目標インピーダンスを上げると空燃比検出範囲が狭くなるため、酸素センサ26の能力限界になったときに酸素センサ26の異常と判定する。

【0045】図11に、図10に基づいて実行される目標インピーダンス変更ルーチンを示す。以下、目標インピーダンスの変更手順を図11に従って説明する。なお、本図は、後述する図12のステップ505に対応するフローチャートである。まず、CPU48aはステップ401で電力平均値WHA VがKWHAV3以上であるか否か（ $WHA V \geq KWHAV3$ ）を判別する。このとき、 $WHA V < KWHAV3$ であればステップ402に進む。さらに、ステップ402で電力平均値WHA VがKWHAV2以上であるか否か（ $WHA V \geq KWHAV2$ ）を判別する。このとき、 $WHA V < KWHAV2$ であればステップ403に進む。ステップ403で電力平均値WHA VがKWHAV1以上であるか否か（ $WHA V \geq KWHAV1$ ）を判別する。このとき、 $WHA V < KWHAV1$ であればステップ404に進み、Z d c Tを「KZ d c T0」にして処理を終了する。

【0046】また、ステップ403で $WHA V \geq KWHAV1$ であればステップ407に進み、Z d c Tを「KZ d c T1」にして処理を終了する。ステップ402で $WHA V \geq KWHAV2$ であればステップ406に進み、Z d c Tを「KZ d c T2」にして処理を終了する。ステップ401で $WHA V \geq KWHAV3$ であればステップ405に進み、Z d c Tを「KZ d c T3」にして処理を終了する。

【0047】つまり、前述のように $KWHAV1 < KWHAV2 < KWHAV3 < KWHAV$ であり、 $KZ d c T0 < KZ d c T1 < KZ d c T2 < KZ d c T3$ であるため、目標インピーダンスは酸素センサ26の劣化に応じて変更される。図12のフローチャートは、CPU48aにより例えば1秒周期で実行されるセンサ異常判定ルーチンを示す。この異常判定ルーチンでは、素子温フィードバック制御の実行時において必要とされたヒータ供給電力WHに応じてセンサ異常が判定される。つまり、センサ異常時には、素子温を目標値（例えば、700℃）に保持するために必要となるヒータ供給電力WHが増大し、正常時のそれと容易に比較判定することができる。以下、図12に従って異常判定手順を説明する。

【0048】図12において、CPU48aは、ステップ501で素子温フィードバック開始後に所定時間KSTFB（例えば、10秒）が経過したか否かを判別し、続くステップ502で前回の異常判定後に所定時間KAFTST（例えば、100秒）が経過したか否かを判別する。さらに、CPU48aは、ステップ503で定常運転状態（例えば、アイドル状態であること）が所定時間KSMST（例えば、5秒）以上継続されたか否かを判別する。そして、ステップ501～503のいずれかが否定判別されれば、CPU48aはそのまま処理を終了

し、ステップ501～503が全て肯定判別されればステップ504に進む。

【0049】CPU48aは、ステップ504で電力平均値WHA Vが所定のヒータ電力判定値KWHAV以上であるか否か（ $WHA V \geq KWHAV$ か否か）を判別する。このとき、 $WHA V < KWHAV$ であれば、CPU48aはセンサ異常無しとみなしてステップ505に進み、ステップ505でWHA Vに応じた目標インピーダンスの変更を行う。なお、前述したZ d c Tはこのときに変更された目標インピーダンスとなる。この後、ステップ506に進み異常判定フラグXELERを「0」にクリアして処理を終了する。

【0050】また、 $WHA V \geq KWHAV$ であれば、CPU48aはステップ507に進み、センサ以外の異常が検出されているか否かを判別し、他の異常が無ければステップ508に進む。そして、CPU48aは、ステップ508で異常判定フラグXELERが既に「1」にセットされているか否かを判別し、XELER=0であれば、ステップ509で異常判定フラグXELERに「1」をセットする。

【0051】また、XELER=1であれば、CPU48aはステップ510に進み、ダイアグ処理として異常発生を表す警告灯29を点灯する。つまり、ステップ504～510では、異常発生（ $WHA V \geq KWHAV$ ）の旨が2回続けて判別された場合に、ダイアグ処理が実施される。前述のように、本例ではステップ503において運転状態が定常状態であるか否かの判別を行い、なお、ここでの定常運転状態が否かの判別は燃料噴射制御装置49で検出されたエンジンの回転数NE及びエンジン負荷（吸気負圧Pm等）に基づいて行われる。

【0052】このように、運転状態を検出するのは排気ガス温を確定させるためである。詳しくは、ヒータ供給電力が所定範囲よりも上昇するのはセンサが劣化して素子インピーダンスが増加したためか、あるいは排気ガス温が低下したためである。つまり、酸素センサ26は排気ガス温が高いときにはヒータ供給電力が低電圧であっても十分に活性するが、逆に低いときには高電圧でなければ活性しない。このため、排気ガス温が低いときにはヒータに高電力供給する。このときのヒータ供給電力と正確に区別するためである。

【0053】以上本例では、酸素センサ26に劣化がないときには酸素センサ26の素子インピーダンス（素子温）は目標インピーダンスを30Ω（素子温700℃相当）になるようヒータ33への供給電力をフィードバック制御（図6の素子温フィードバック制御）する。そして、酸素センサ26に劣化が生じた場合には、その劣化に応じて目標インピーダンスを変更していく。このとき、ヒータ供給電力がヒータ電力判定値を超えた場合にはセンサ異常判定がなされ、警告灯29が点灯して警告表示がされる。

【0054】このように、素子34の内部インピーダンス増加に伴ってズレた目標インピーダンスを新たな目標インピーダンスに変更することで、ヒータ33への供給電力を制御して酸素センサ26の過度の温度上昇を防止することができる。さらに、これに伴い、酸素センサ26の過度の温度上昇によって促進される酸素センサ26の劣化も防止することができる。

【0055】さらに、本例では酸素センサ26の異常判定手段を備えているため、酸素センサ26の劣化に伴う目標インピーダンスの変更を繰り返すだけでなく、酸素センサ26が能力的に限界に達している状態を示す電力がヒータに供給されているときには異常判定がされるため、酸素センサ26の機能の維持が図れる。また、劣化が進んで所定の範囲を越えた場合において、電力の浪費を防止することができる。

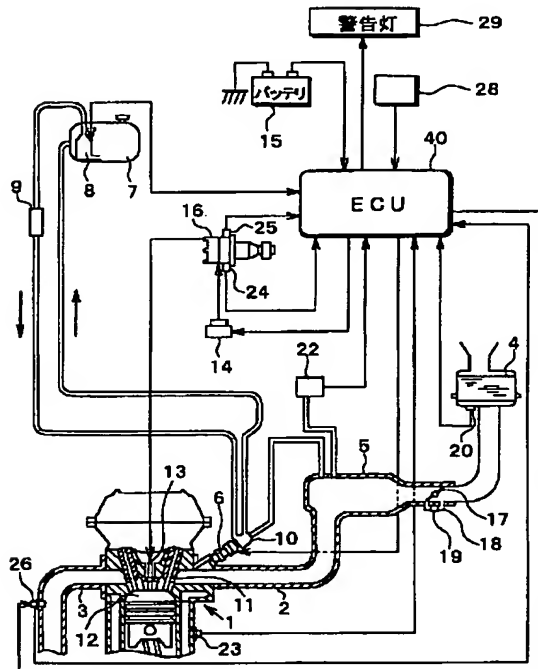
【0056】また、本例では、異常判定を定常運転時に限定したため（図12のステップ503）、排気温によるヒータ供給電力への影響を排除し、適正な判定結果を得ることができる。なお、本例では目標インピーダンスを階段式に変更しているが、酸素センサ26の劣化に応じてリニアに変更してもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態における空燃比制御装置の全体構成を示す概略図である。

【図2】図1における酸素センサ26の断面構成及びECU内の電氣的構成を示す構成図である。

【図1】



【図3】酸素センサ26の電圧-電流特性図である。

【図4】ヒータ供給電力制御動作を示すタイムチャートである。

【図5】酸素センサ26内部の酸素濃度検出素子34の素子温と素子インピーダンスの関係を示す相関図である。

【図6】ヒータ供給電力制御処理におけるフローチャートである。

【図7】素子インピーダンス検出制御処理におけるフローチャートである。

【図8】酸素センサ26の電圧-電流特性図である。

【図9】ヒータ供給電力平均値算出処理におけるフローチャートである。

【図10】ヒータ供給電力の平均値-目標インピーダンスの関係を示す相関図である。

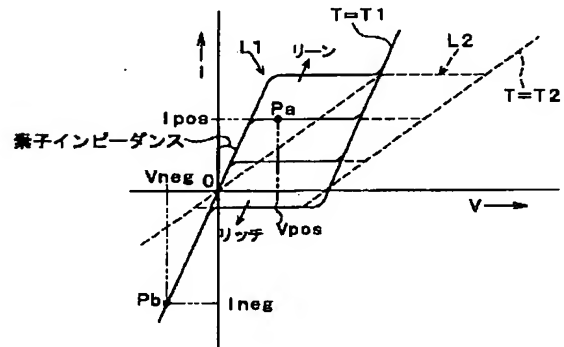
【図11】目標インピーダンス変更処理におけるフローチャートである。

【図12】センサ異常判定処理におけるフローチャートである。

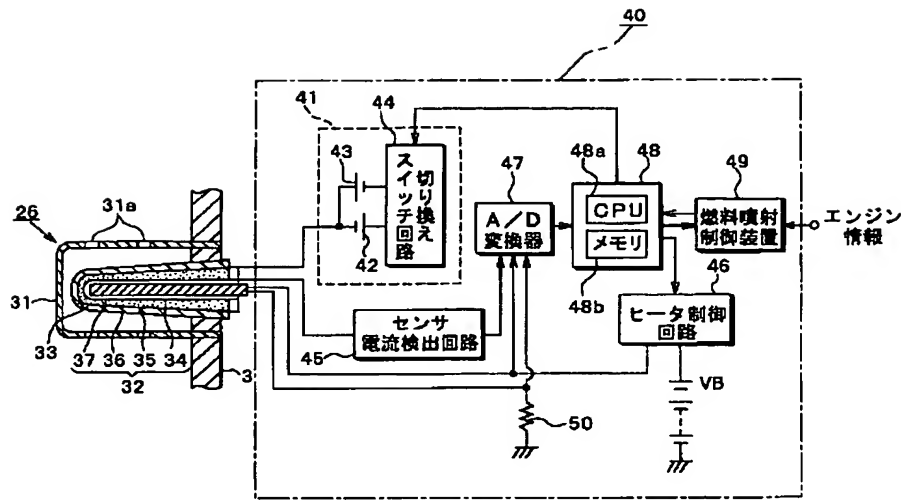
#### 【符号の説明】

26…酸素センサ（限界電流式酸素センサ）、33…ヒータ、34…検出素子としての固体電解質層、48a…素子インピーダンス検出手段、センサ異常判定手段、ヒータ供給電力制御手段、ヒータ電力検出手段、劣化判定手段、目標インピーダンス変更手段としてのCPU、49…運転状態検出手段としての燃料噴射制御装置。

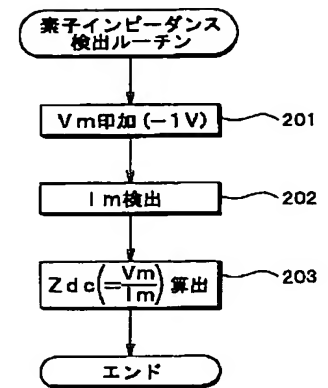
【図3】



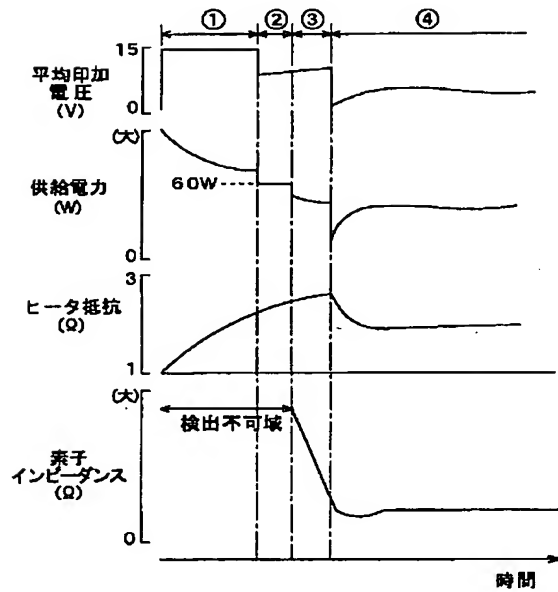
【図2】



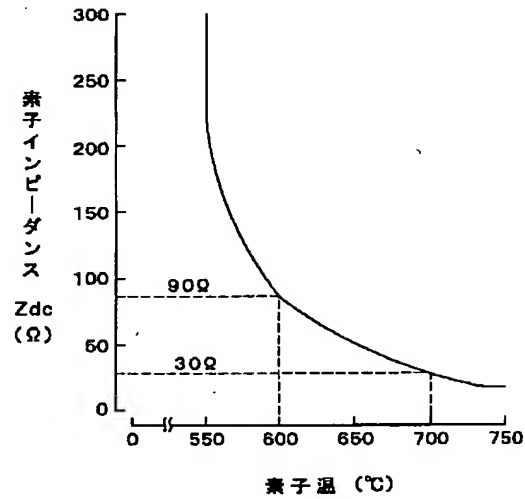
【図7】



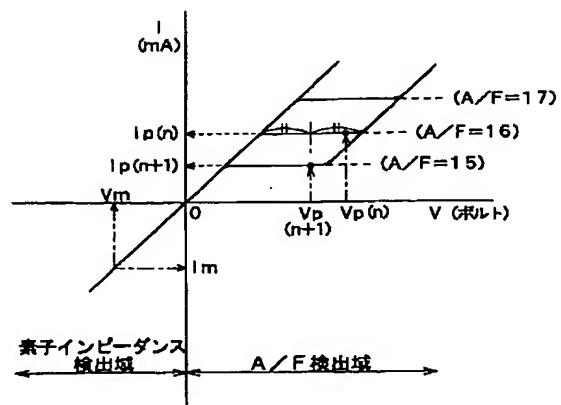
【図4】



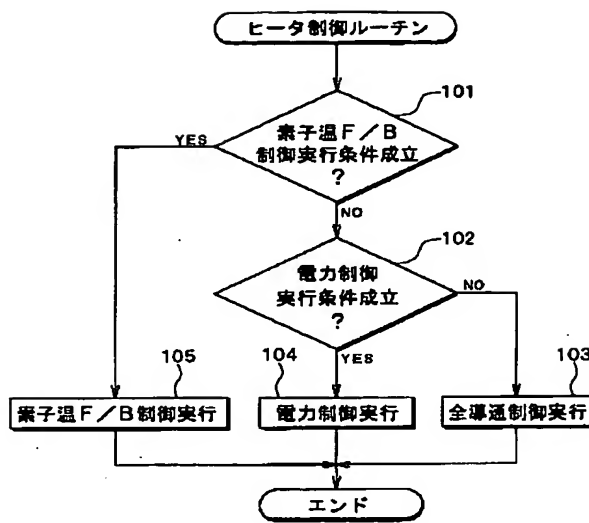
【図5】



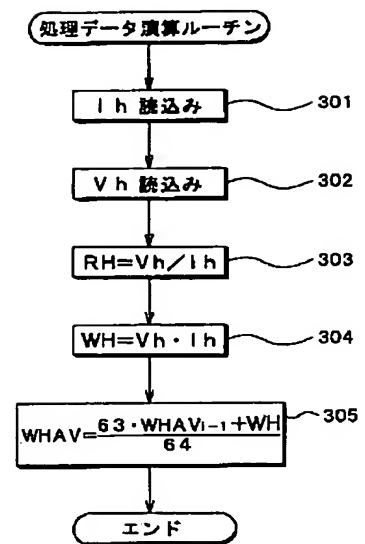
【図8】



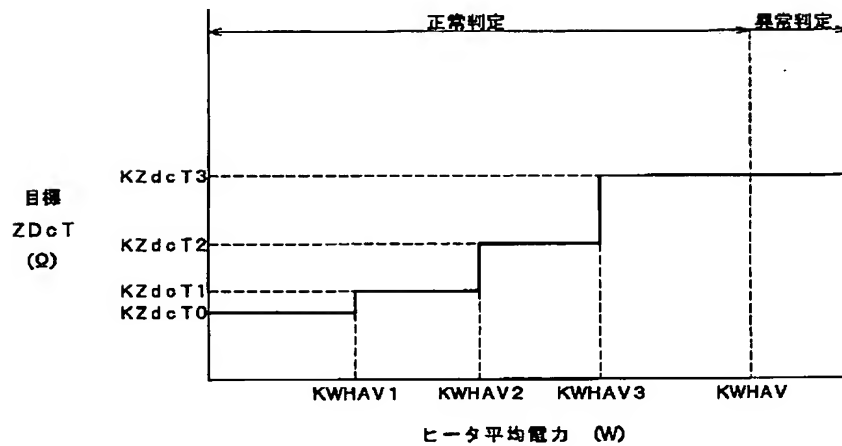
【図 6】



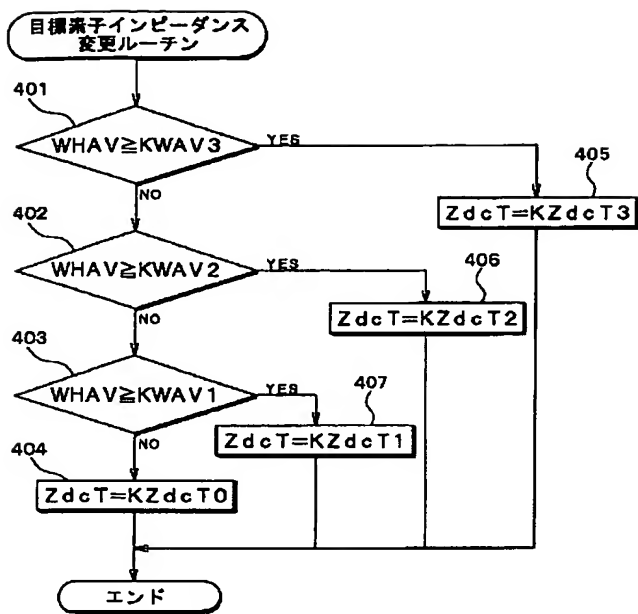
【図 9】



【図 10】



【図11】



【図12】

